

DISPOSITIF RECEPTEUR-EMETTEUR^H_A PASSIF ALIMENTE PAR UNE ONDE ELECTROMAGNETIQUE

5 La présente invention se rapporte à un dispositif récepteur-émetteur passif alimenté par une onde électromagnétique véhiculant des informations.

Le fonctionnement de tels dispositifs repose sur une transmission par induction entre, d'une part, une carte ou une étiquette possédant une
10 antenne en forme de boucle dont les extrémités sont reliées à une puce électronique présente sur la carte ou l'étiquette, et d'autre part, un terminal capable d'émettre et de recevoir une onde électromagnétique porteuse d'informations. L'antenne de la carte ou étiquette capte l'onde électromagnétique émise par le terminal et transmet les informations à la puce
15 qui les traite avant d'éventuellement envoyer une réponse réémise par l'antenne et qui sera captée par le terminal. Ainsi ce dernier peut lire et/ou modifier les informations stockées sur la carte.

De tels dispositifs permettent la mise en œuvre de procédés d'échange de données, dits «sans contact», utilisés par exemple pour des
20 systèmes d'identification à distance, des systèmes antivol, de validation de titres de transport, ainsi que pour l'identification et le suivi de colis dans un entrepôt. Ces dispositifs sont généralement connus sous le nom de *radio frequency identification device* (RFID).

Un des grands avantages de ces dispositifs, outre le fait qu'ils ne
25 nécessitent pas de contact direct entre la puce et le lecteur, est qu'ils sont passifs, c'est-à-dire qu'ils ne nécessitent pas de source autonome d'énergie électrique. En effet, lorsqu'une onde électromagnétique, possédant une fréquence voisine de la fréquence de résonance de l'antenne, traverse l'antenne perpendiculairement au plan de la boucle, elle génère un courant
30 induit qui peut alors servir à alimenter un circuit électronique tel qu'une puce.

Cependant, le mode d'alimentation de ces cartes constitue également leur principal inconvénient. En effet, pour qu'un courant induit soit généré, il est nécessaire que le champ magnétique de l'onde soit dirigé sensiblement perpendiculairement au plan de la boucle. Si la question de
35 l'orientation du champ magnétique ne pose que peu de problèmes pour des applications imposant un positionnement relativement déterminé, telles que les

valideurs ou les badges d'identification, il n'en va pas de même lorsque l'objet à identifier est en mouvement ou a un positionnement non prévisible. C'est notamment le cas lorsque l'on souhaite appliquer cette technologie au suivi de sportifs lors de compétitions ou à l'identification de colis dans un entrepôt.

5 Une première solution consiste à placer plusieurs terminaux de manière à couvrir le maximum des orientations possibles de l'antenne. Cette solution est coûteuse et nécessite une gestion informatique complexe des différents terminaux afin d'éviter les doubles validations si l'objet à détecter est en mouvement.

10 Une autre solution, consiste à placer une étiquette contenant une puce électronique transpondeur sur chaque côté de l'objet à détecter de manière à couvrir les trois directions d'incidence possibles du champ magnétique émis par le terminal. Ainsi le champ sera dans tous les cas capté par au moins une étiquette. Cependant, il est également possible que plusieurs
15 étiquettes réagissent au champ magnétique et il est donc nécessaire de prévoir également une informatique de contrôle permettant, d'une part, de regrouper les différentes étiquettes collées sur un même objet, et d'autre part, de gérer leur éventuelle détection croisée. Par ailleurs, si l'on souhaite modifier les informations concernant l'objet, enregistrées sur la puce, il sera nécessaire de
20 modifier les puces de toutes les étiquettes de l'objet. Toutes les étiquettes d'un même objet ne captant pas nécessairement l'onde électromagnétique, une telle mise à jour des puces est difficilement envisageable.

Le document FR 2 812 427 décrit une autre solution, dans laquelle une antenne est déployée sur plusieurs supports adhésifs distincts comportant
25 chacun un enroulement disposé dans un plan particulier, les enroulements étant disposés à distance pour éviter la perturbation d'un enroulement par rapport à un autre enroulement.

Ce dispositif donne satisfaction pour une installation définitive sur un objet volumineux de type palette.

30 Toutefois, il ne permet pas l'utilisation d'un support de taille réduite, inférieure au mètre et à plus forte raison à 50 cm, applicable facilement sur un objet ou portable par un individu.

De plus, cette antenne ne permet pas la détection selon un plan perpendiculaire à la palette.

35 La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précédemment évoqués, et consiste pour cela en un dispositif récepteur-

émetteur passif alimenté par onde électromagnétique possédant une antenne comprenant une boucle associée à une puce électronique transpondeur, cette boucle étant apte, d'une part, à alimenter la puce électronique par un courant induit généré lorsqu'elle est traversée par une première onde
5 électromagnétique véhiculant des informations, et d'autre part, à émettre une deuxième onde électromagnétique véhiculant la réponse de la puce électronique, caractérisé en ce que l'antenne est conçue de manière à ce que la boucle comprenne au moins deux parties non coplanaires ou non parallèles en position d'utilisation.

10 De cette manière, l'antenne possède une surface de réception totale non plane, et est donc capable de capter des ondes électromagnétiques dans plusieurs directions. Plus précisément, l'antenne pourra capter les ondes dont le champ magnétique possède au moins une composante orientée sensiblement perpendiculairement à une portion de l'antenne. Il doit être bien
15 compris que le terme antenne désigne toute la partie du système radioélectrique conçu pour rayonner ou capter les ondes.

La présente invention permet de fournir une solution simple de taille réduite, permettant d'équiper facilement un objet ou un individu.

Avantageusement, la boucle comprend au moins deux parties
20 situées dans des plans sensiblement perpendiculaires. Cette configuration rend le dispositif tout particulièrement adapté au suivi de colis ou paquets.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, la boucle est destinée à être disposée dans deux plans sensiblement perpendiculaires entre eux.

25 Avantageusement, la boucle est destinée à être positionnée dans trois plans sensiblement perpendiculaires entre eux. De cette manière l'antenne couvre les trois directions de l'espace et pourra donc capter les ondes électromagnétiques quelle que soit leur orientation.

De manière préférentielle, l'antenne est intégrée dans un support
30 destiné à être collé sur plusieurs côtés d'un même objet. Avantageusement, le support est réalisé sous la forme d'une étiquette autoadhésive.

Selon un second mode de réalisation de l'invention, l'antenne comprend une boucle réalisée sous la forme d'un bracelet cylindrique ouvert, obtenu à partir d'un support plan constitué par une bande souple.

35 Selon un troisième mode de réalisation de l'invention, l'antenne comprend une boucle circulaire fermée réalisée à partir d'un fil spiralé.

Avantageusement, la boucle possède un diamètre compris entre 4 et 10 cm.

De tels dispositifs selon les deuxième et troisième modes de réalisation de l'invention peuvent être facilement portés autour du poignet ou de la cheville d'une personne et sont donc particulièrement adaptés au suivi de sportifs. De manière préférentielle la boucle possède un diamètre compris entre 4 et 10 cm.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description détaillée qui est exposée ci-dessous en regard des dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est une vue schématique d'un colis sur lequel est collé un dispositif selon un premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 est une vue schématique agrandie du dispositif collé sur le colis représenté à la figure 1.

La figure 3 est une vue schématique du dispositif de la figure 2 avant collage sur le colis.

La figure 4 représente de façon schématique la disposition de la boucle du dispositif de figure 1.

La figure 5 est une courbe représentant la variation de la fréquence de résonance en fonction de la distance de la boucle à un coin du paquet autour duquel le dispositif de figure 1 est plié.

La figure 6 représente une variante du dispositif de la figure 3.

La figure 7 est une vue schématique d'une bande, comprenant un dispositif selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, avant mise en forme.

La figure 8 est une vue schématique de la bande représentée à la figure 7, après mise en forme autour d'un cylindre.

La figure 9 est une courbe représentant la variation de la fréquence de résonance en fonction du diamètre du cylindre de la figure 8.

La figure 10 est une vue schématique de dessus d'un dispositif selon le troisième mode de réalisation préféré de l'invention.

La figure 11 est une vue schématique en perspective du dispositif représenté à la figure 10, placé autour d'un cylindre.

La figure 12 est une courbe représentant la variation de la fréquence de résonance en fonction du diamètre du cylindre représenté sur la figure 10.

La figure 13 est une vue schématique en perspective d'un dispositif selon un quatrième mode de réalisation préféré de l'invention.

La figure 14 est une vue schématique en perspective d'un dispositif selon un cinquième mode de réalisation préféré de l'invention.

5 La figure 15 est une vue schématique en perspective d'un dispositif selon un sixième mode de réalisation préféré de l'invention.

Un colis 1 parallélépipédique, tel que représenté sur la figure 1, présente huit coins 2, chaque coin 2 étant délimité par trois faces 3, 4, 5 perpendiculaires entre elles. Un dispositif 6 selon un premier mode de réalisation de l'invention est collé sur un coin 2 de manière à être en contact avec les trois faces 3, 4, 5, comme représenté sur la figure 2.

Pour ce faire, le dispositif 6 se présente sous la forme d'une étiquette plane, représentée sur la figure 3, comportant un support 7 adhésif en forme d'équerre réalisé dans une matière souple pliable telle que du papier ou un film polymère. Un fil 8 conducteur, possédant deux extrémités, est déposé sur le pourtour du support 7 de manière à former une boucle présentant également une forme d'équerre. Le fil 8 conducteur peut être solidarisé sur le support 7 ou non. Alternativement, la boucle peut également être réalisée sous la forme d'une piste conductrice obtenue par dépôt métallique ou à partir d'une encre conductrice.

20 Les extrémités du fil 8 sont reliées aux bornes d'alimentation d'une puce électronique 9 transpondeur. Une telle puce électronique 9 est connue en soi et est du type utilisé pour les RFID, prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 10 MHz, généralement 13,56 MHz, et dont les normes de fonctionnement sont principalement fixées par les standards ISO.

Le circuit électronique comprenant, d'une part, le fil 8 conducteur formant une boucle, et d'autre part, la puce électronique 9 transpondeur, est conçu de manière à former un résonateur dont la boucle constitue l'antenne. Ce type de circuit est également connu. L'antenne est réalisée de manière à ce que la fréquence de résonance du système corresponde à la fréquence de fonctionnement de la puce, soit 13,56 MHz. Si la capacité de la puce électronique 9 n'est pas suffisamment élevée par rapport à l'inductance de la boucle, une capacité (non représentée aux dessins), de valeur appropriée, sera montée en parallèle à la puce électronique 9.

35 Une fois le circuit électronique placé sur le support 7, un feuillet de protection (non représenté) est appliqué.

Des lignes de pliage P1, P2 sont alors marquées sur le support 7 en équerre. Chacune des lignes P1, P2 est située sur une des branches du support 7, de manière à diviser l'étiquette en trois portions 11, 12, 13. Chacune des portions 11, 12, 13 comporte une partie de la boucle formée par le fil 8
 5 représentant environ un tiers de la surface totale de la boucle. Ainsi les trois portions 11, 12, 13 possèdent des surfaces de réception sensiblement identiques.

Il est important de choisir les dimensions et la disposition de la boucle afin d'obtenir des caractéristiques électromagnétiques adaptées à
 10 l'utilisation dans la gamme de fréquence choisie.

Ainsi, le réglage suivant peut, à titre d'exemple, être réalisé, en imposant l'égalité des surfaces de la boucle dans les différents plans.

En partant d'une structure en L telle que représentée aux figures 1 à 4, destinée à être pliée selon deux lignes P1 et P2, on peut définir trois
 15 surfaces destinées respectivement à être disposées dans trois plans différents, les trois surfaces S1, S2, S3, étant séparées par les lignes de pliage et correspondant sensiblement à une première branche du L, la zone de liaison entre les deux branches du L, et la seconde branche du L.

Nous appelons :

- d la distance entre une branche du L et l'intersection des lignes de pliage P1 et P2,
- L la longueur d'une branche du L et l'intersection des lignes de pliage P1 et P2,
- l la largeur des branches du L

En conséquence :

$$S1 = Ll$$

$$S2 = (l+d)^2 - d^2 = l^2 + 2ld$$

$$S3 = Ll.$$

Le champ magnétique passant au travers d'une des trois surfaces
 30 surfaces S1, S2, S3, ces trois surfaces doivent être sensiblement de même taille.

En définissant :

- $L = kl$, relation caractéristique d'une face de l'étiquette
- $L+l+d = C$, longueur globale du côté du carré dans lequel s'inscrit

l'étiquette à plat,

Pour avoir $S1=S2=S3$, on obtient :

$$d = \frac{L-l}{2} = \left(\frac{k-1}{2} \right) l$$

$$C = l \frac{3k+1}{2}$$

En générale k est fixé par le format rectangulaire d'étiquette d'une face. Le plus souvent il est égal à 1,3.

Par exemple, si on fixe C=2, 5 cm et k=1,3, alors l=50/4,9~10,2 cm ; L=13,26 cm et d=1,53 cm.

Les mesures suivantes ont d'autre part été réalisées.

L'étiquette étant conçue à plat, la figure 5 montre l'évolution de sa fréquence de résonance en déformant l'étiquette pour différentes valeurs de d.

Ainsi, les valeurs de d utilisables permettant d'obtenir une fréquence de résonance voisine de celle recherchée, qui dans l'exemple est de 13.56MhZ, sont comprises dans une bandes de valeurs Δd entre 1,3 cm et 3,5 cm.

Il apparaît donc que les valeurs de d utilisables comprennent celle déterminées en utilisant la méthode d'égalité des surfaces.

La figure 6 représente une variante d'exécution de l'étiquette de figure 3, dans laquelle les mêmes éléments sont désignés par les mêmes références que précédemment. Dans ce cas, l'étiquette présente, à plat, une forme rectangulaire.

En condition d'utilisation, la partie 11 est collée sur la face 3, à proximité du coin 2, de manière à ce que les lignes P1, P2 soient chacune situées sur une arête du coin. En l'espèce, la ligne P1 est située sur l'arête entre la face 3 et la face 4, et la ligne P2 est située sur l'arête entre la face 3 et la face 5. Les parties 12, 13 sont ensuite pliées selon leur ligne respective P1, P2 pour être collées sur les faces 4, 5 du colis 1.

Une fois en place, l'étiquette présente donc trois surfaces réceptrices perpendiculaires entre elles, correspondant aux portions 11, 12, 13. Chaque surface étant apte à recevoir une onde électromagnétique orientée sensiblement perpendiculairement à elle, le dispositif définit donc un repère orthogonal tridimensionnel couvrant toutes les orientations possibles. En effet, toute onde électromagnétique possédera des composantes H1, H2 et H3 dans ce repère et sera donc captée par la boucle. Il est intéressant de noter qu'une excitation par un champ magnétique unidirectionnel H1 ou H2 ou H3 suffit à

faire résonner la boucle entière et à fournir à la puce 9 l'énergie suffisante pour fonctionner.

Un dispositif 28, selon un second mode de réalisation de l'invention et tel que représenté sur les figures 7 et 8, comporte un support 29 plan en forme de bande souple. Un fil 30 est placé sur le pourtour du support 29 de manière à former une boucle rectangulaire et est connecté à une puce électronique 9. Le support 29 est recouvert d'un film protecteur puis le dispositif est collé sur un bracelet ouvert 31 possédant des dimensions voisines de celles du support 29. En conditions d'utilisation, le bracelet ouvert 31 est placé autour d'un corps sensiblement cylindrique, tel qu'un poignet ou une cheville de manière à constituer un bracelet. La boucle formée par le fil 30 possède alors une structure de bracelet ouvert et présente donc des surfaces réceptrices permettant de capter des ondes H_r orientées radialement et des ondes H_a orientées selon l'axe du cylindre.

Le fait que le bracelet 31 soit un bracelet ouvert permet au dispositif 28 de s'adapter facilement à des diamètres différents. La particularité surprenante d'une boucle présentant une structure de bracelet ouvert est que la fréquence de résonance et le coefficient de surtension du dispositif varient peu lorsque son diamètre change légèrement. La courbe de la variation de la fréquence en fonction du diamètre est représentée à la figure 10 pour un bracelet 31 accordé à 13,56 MHz lorsque son diamètre est de 8 centimètres. Quand le diamètre du bracelet varie entre 7 et 10 cm, la fréquence de résonance reste autour de la fréquence nominale de 13,56 MHz.

Un dispositif 33, réalisé selon le troisième mode de réalisation préféré de l'invention, est représenté aux figures 10 et 11. Ce dispositif 33 comporte un fil spiralé 34 refermé sur lui-même de manière à former une boucle circulaire présentant deux extrémités reliées à une puce électronique 9. En conditions d'utilisation, ce dispositif 33 est placé autour d'un corps ayant sensiblement la forme d'un cylindre, tel qu'une cheville ou un poignet, et présente des surfaces réceptrices permettant de capter essentiellement des ondes H_a orientées selon l'axe du cylindre.

Par ailleurs, l'élasticité de la spirale permet au dispositif 33 de s'adapter facilement à des diamètres différents sans dispositif d'ouverture spécifique. Comme pour le dispositif 28, selon le troisième mode de réalisation, il a été constaté que la fréquence de résonance variait peu avec le diamètre.

La courbe de la fréquence de résonance en fonction du diamètre de la boucle est représentée à la figure 12.

La figure 13 représente un dispositif 35 selon un quatrième mode de réalisation, destiné à être collé sur le coin d'un colis, comme le premier mode de réalisation, comportant un fil parcourant sur chaque face du paquet deux segments perpendiculaires, de façon à former un hexagone gauche autour d'un coin du paquet, la puce 37 étant située par exemple sur un sommet de l'hexagone.

La figure 14 représente un dispositif 38 selon un cinquième mode de réalisation destiné à être collé sur le coin d'un colis, comme le premier mode de réalisation, qui est similaire au premier mode de réalisation à la différence que sa forme ne présente pas L avec des segments droits, mais avec une forme extérieure arrondie.

La figure 15 représente un sixième mode de réalisation d'un dispositif 39, la boucle étant constituée par un rectangle qui est tordu selon un axe de torsion parallèle à sa longueur, afin de constituer une surface gauche permettant de recevoir des ondes selon plusieurs directions.

Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec des exemples particuliers de réalisation, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif (6, 28, 33) récepteur-émetteur passif alimenté par onde
5 électromagnétique possédant une antenne comprenant une boucle (7, 30, 34)
associée à une puce électronique (9) transpondeur, cette boucle étant apte,
d'une part, à alimenter la puce électronique par un courant induit généré
lorsqu'elle est traversée par une première onde électromagnétique (H1, H2,
H3, Ha, Hr) véhiculant des informations, et d'autre part, à émettre une
10 deuxième onde électromagnétique véhiculant la réponse de la puce
électronique, caractérisé en ce que l'antenne est conçue de manière à ce que
la boucle comprenne au moins deux parties non coplanaires ou non parallèles
en position d'utilisation.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la
15 boucle comprend au moins deux parties situées dans des plans sensiblement
perpendiculaires.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la
boucle est destinée à être disposée dans deux plans sensiblement
perpendiculaires entre eux.

20 4. Dispositif (6) selon la revendication 2, caractérisé en ce que la
boucle (7) est destinée à être positionnée dans trois plans (3, 4, 5)
sensiblement perpendiculaires entre eux.

5. Dispositif (6) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,
caractérisé en ce que l'antenne est intégrée dans un support (7) destiné à être
25 collé sur plusieurs côtés d'un objet (1).

6. Dispositif (6) selon la revendication 5, caractérisé en ce que le
support (7) est réalisé sous la forme d'une étiquette autoadhésive.

7. Dispositif (28) selon la revendication 1, caractérisé en ce que
l'antenne comprend une boucle (30) réalisée sous la forme d'un bracelet
30 cylindrique ouvert, obtenu à partir d'un support plan constitué par une bande
souple.

8. Dispositif (33) selon la revendication 1, caractérisé en ce que
l'antenne comprend une boucle circulaire fermée réalisée à partir d'un fil spiralé
(34).

9. Dispositif (28, 33) selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que la boucle possède un diamètre compris entre 4 et 10 cm.

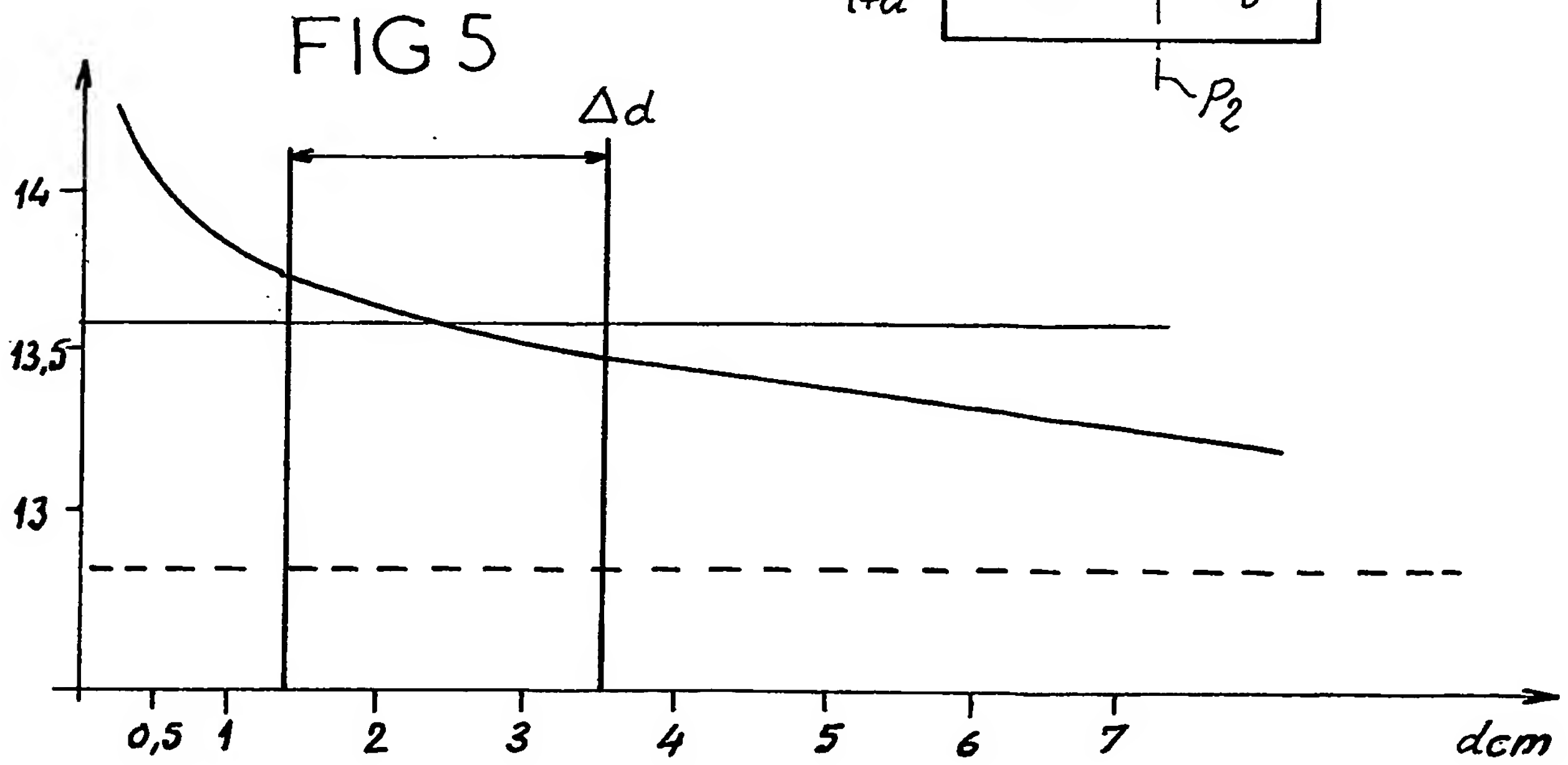
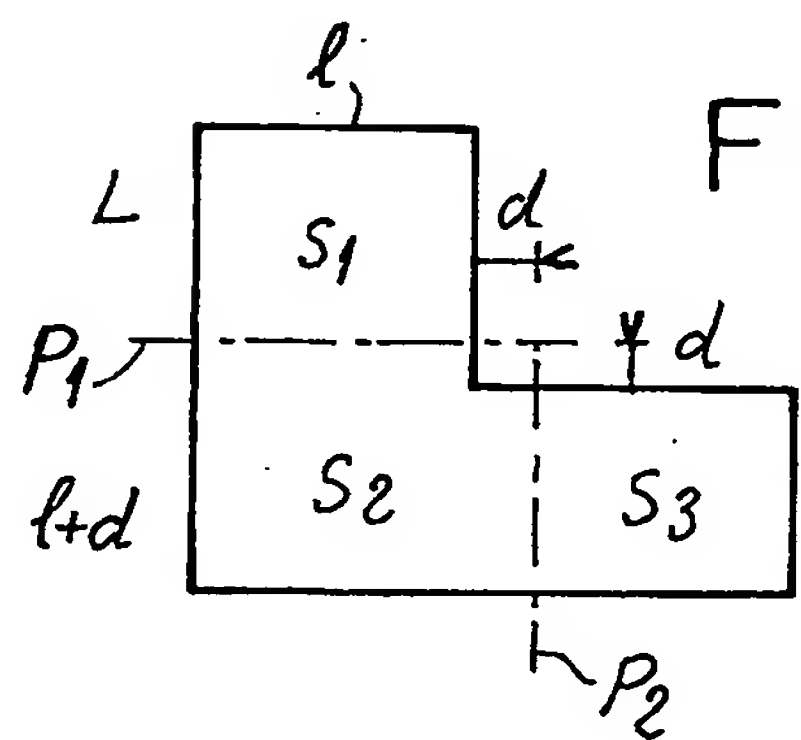
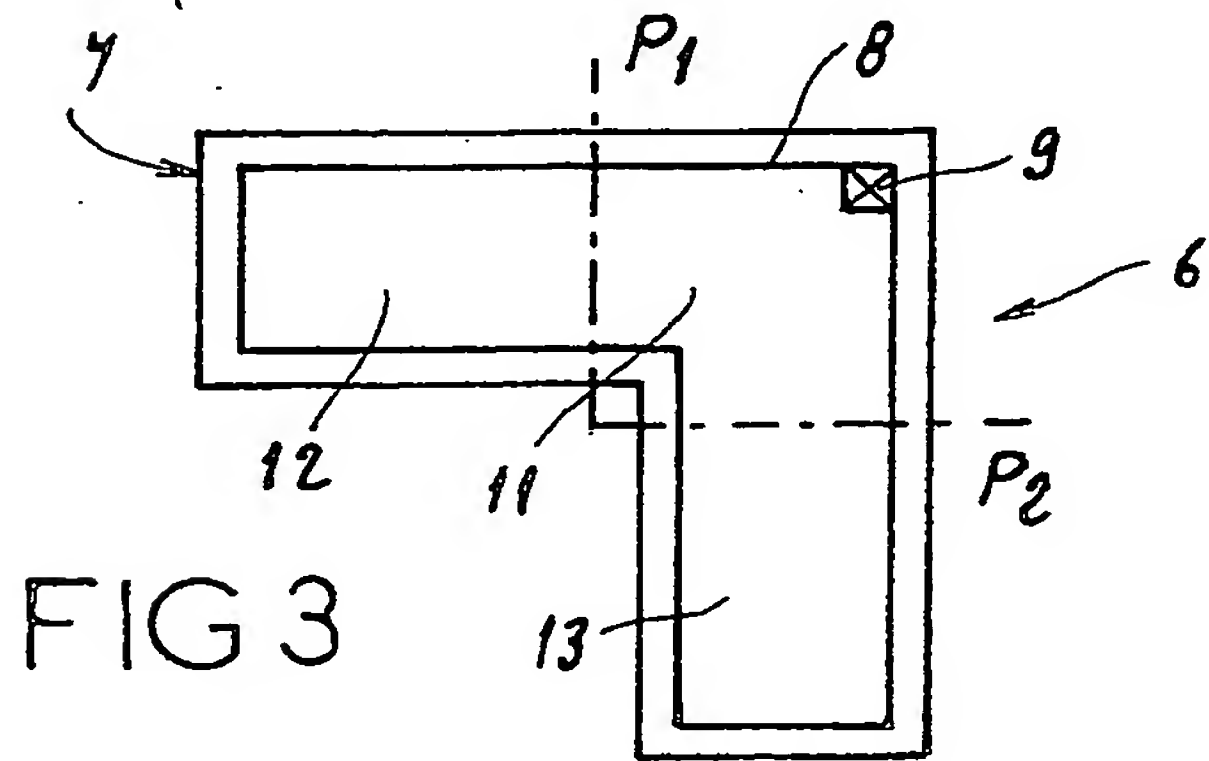
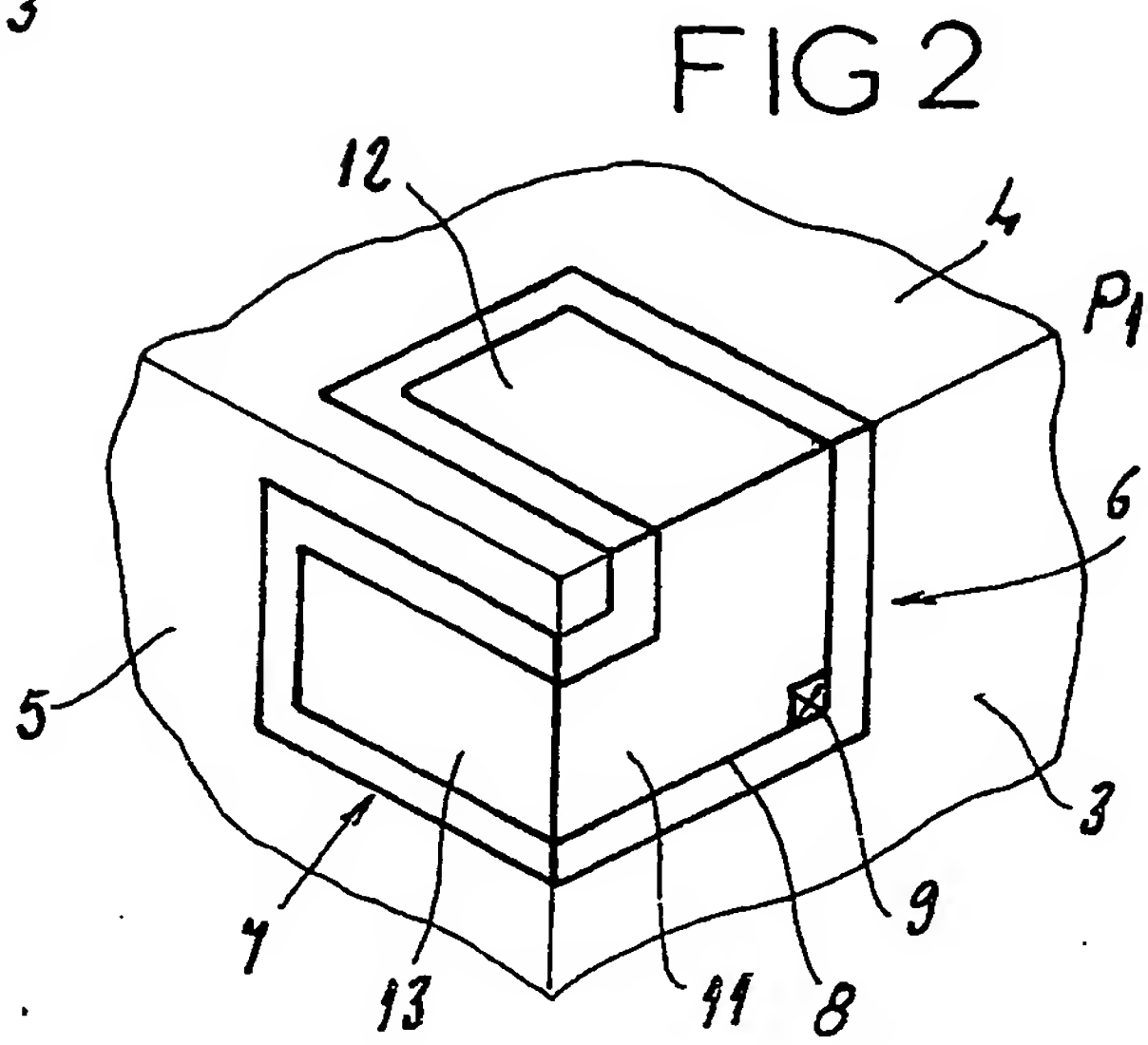
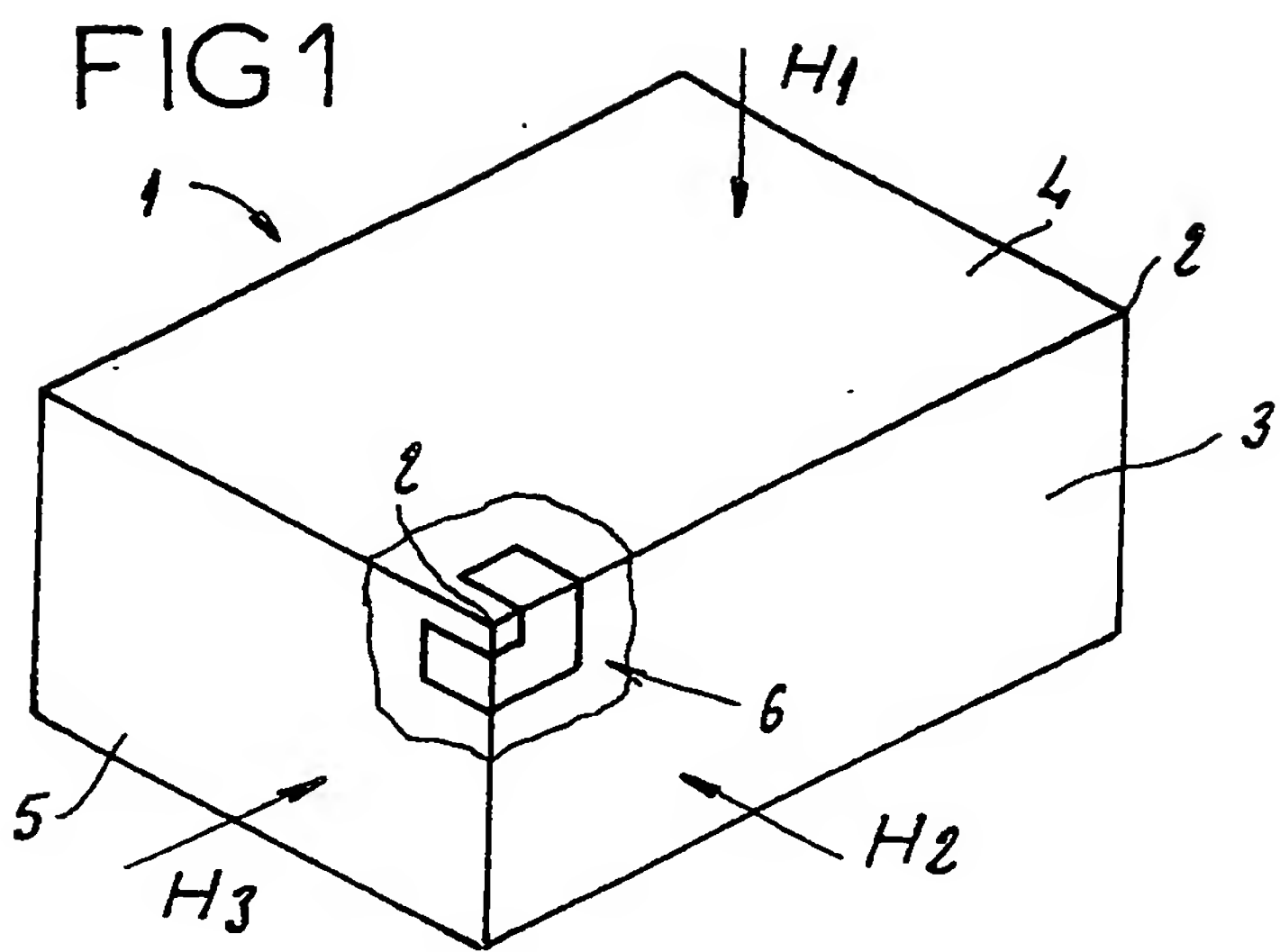


FIG 6

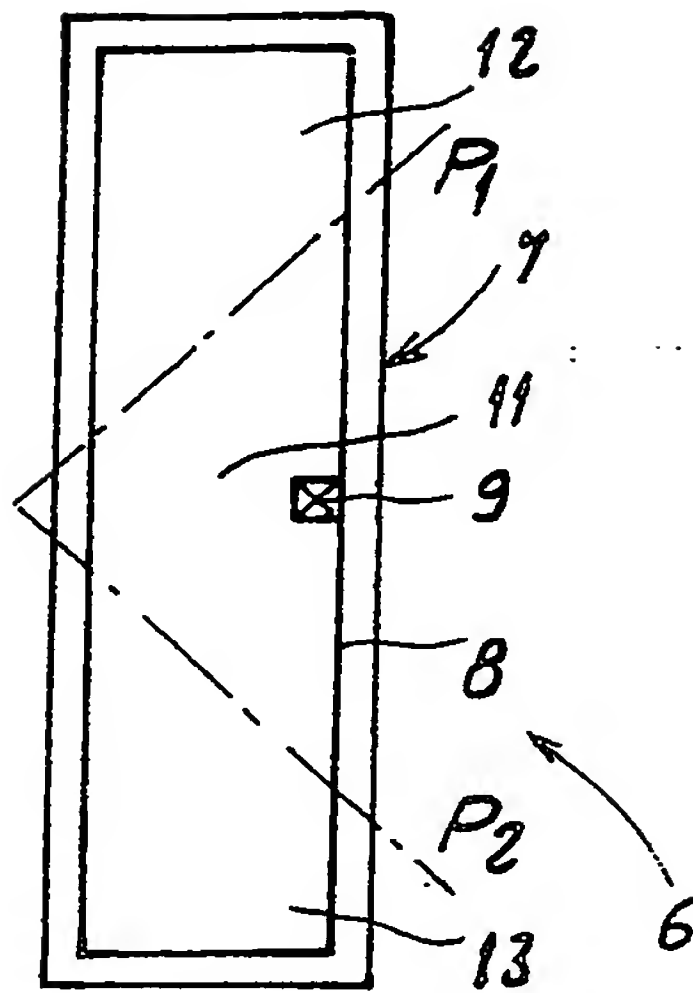


FIG 7

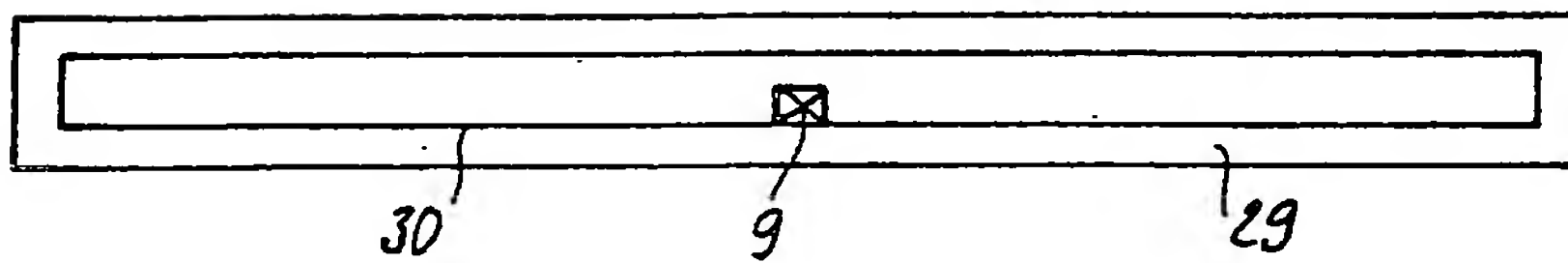
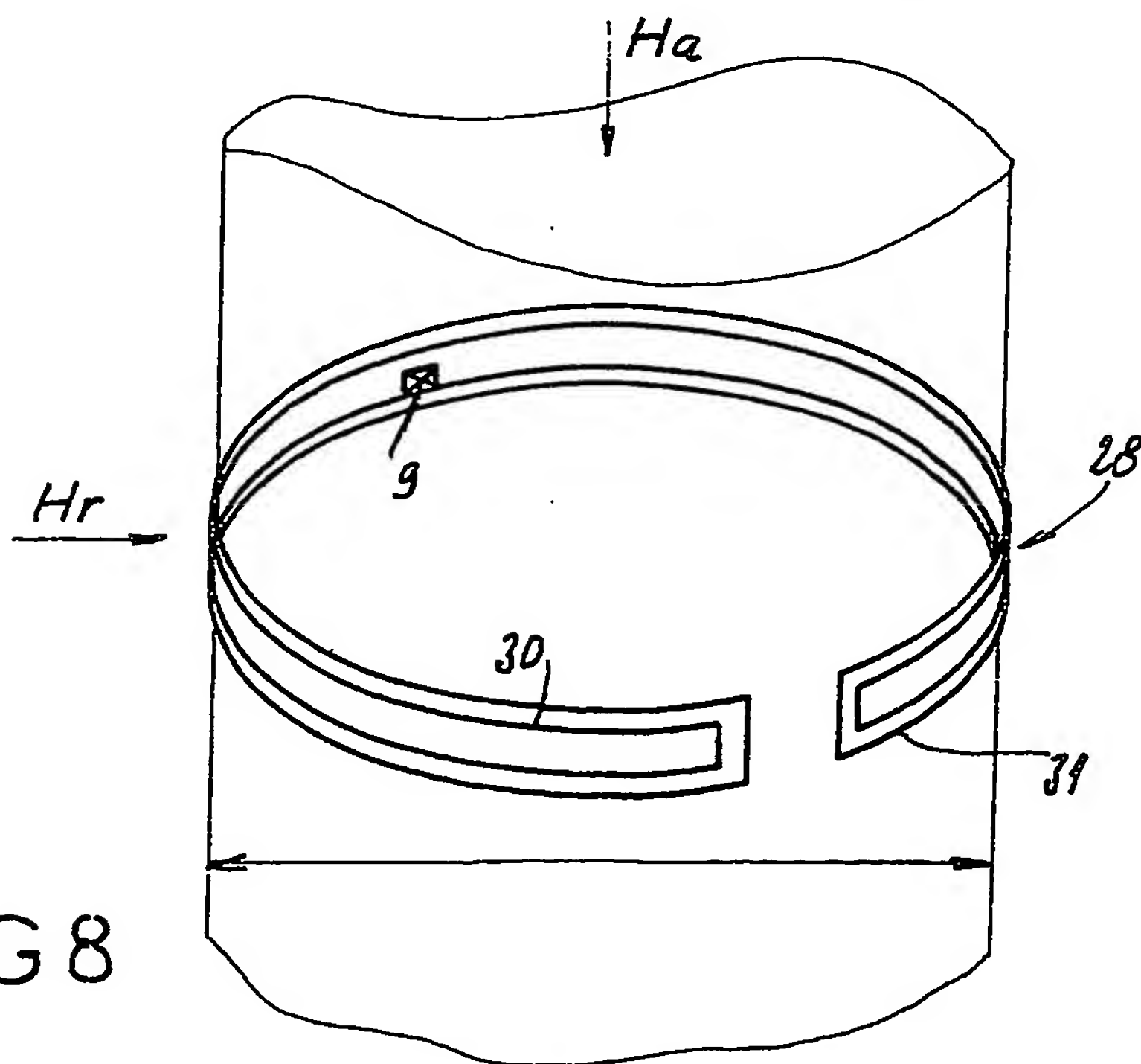


FIG 8



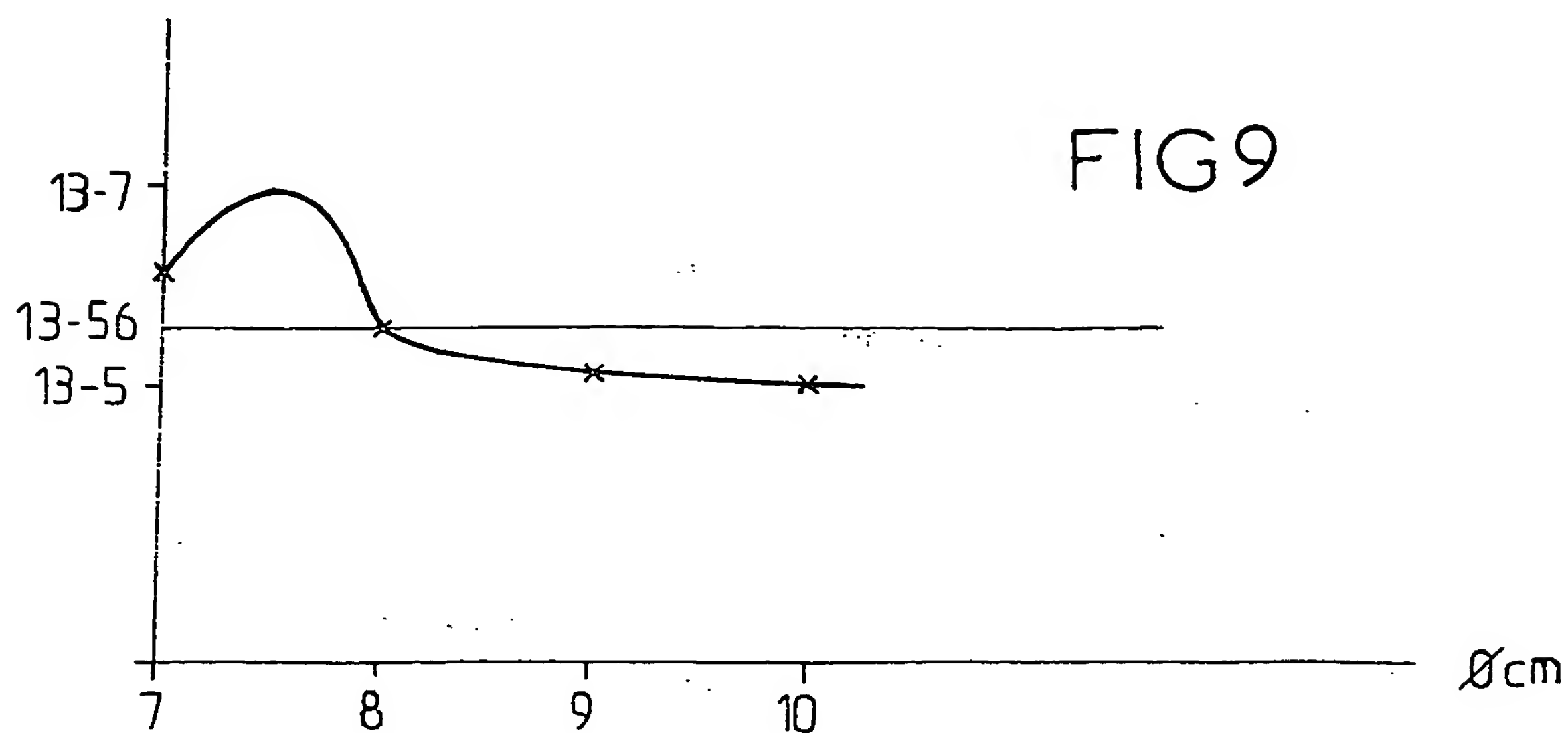


FIG 10

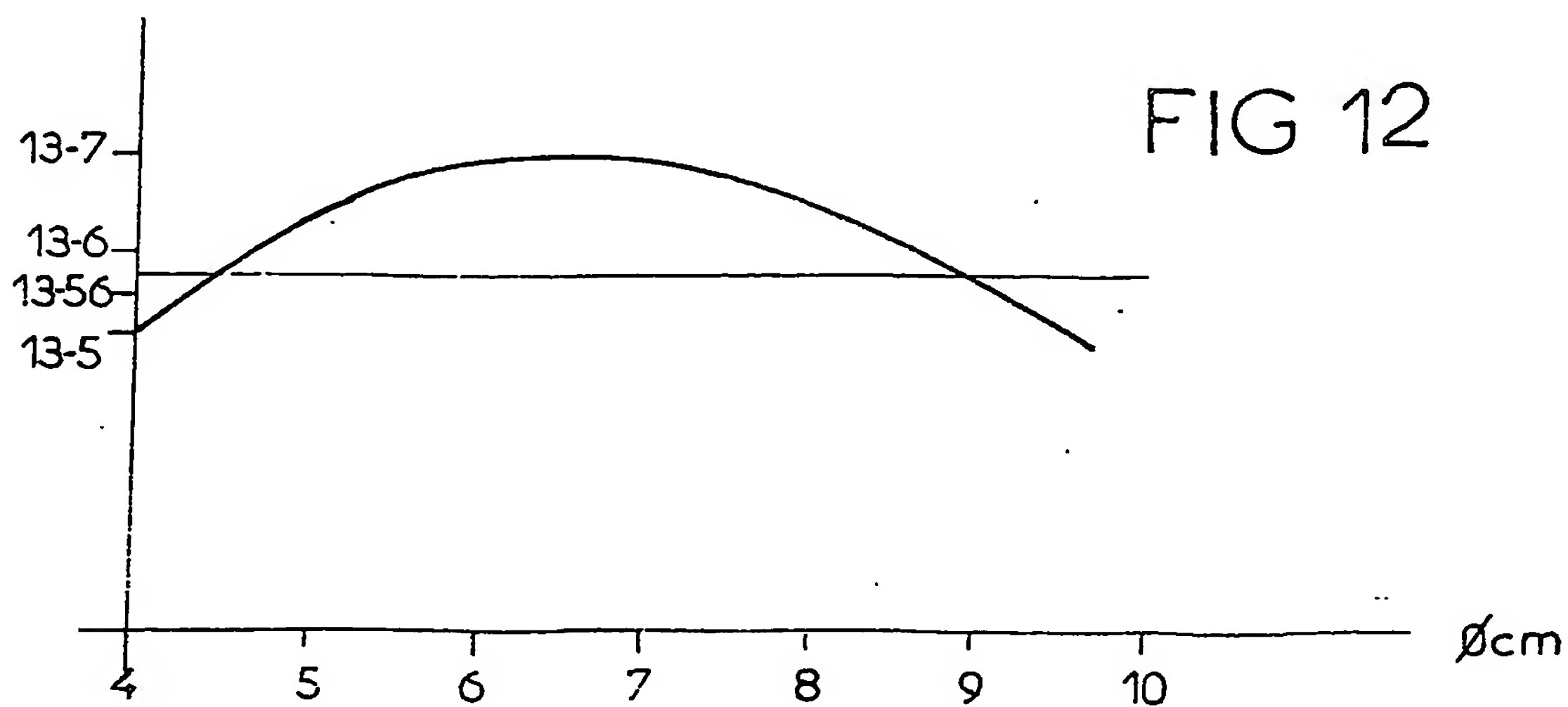
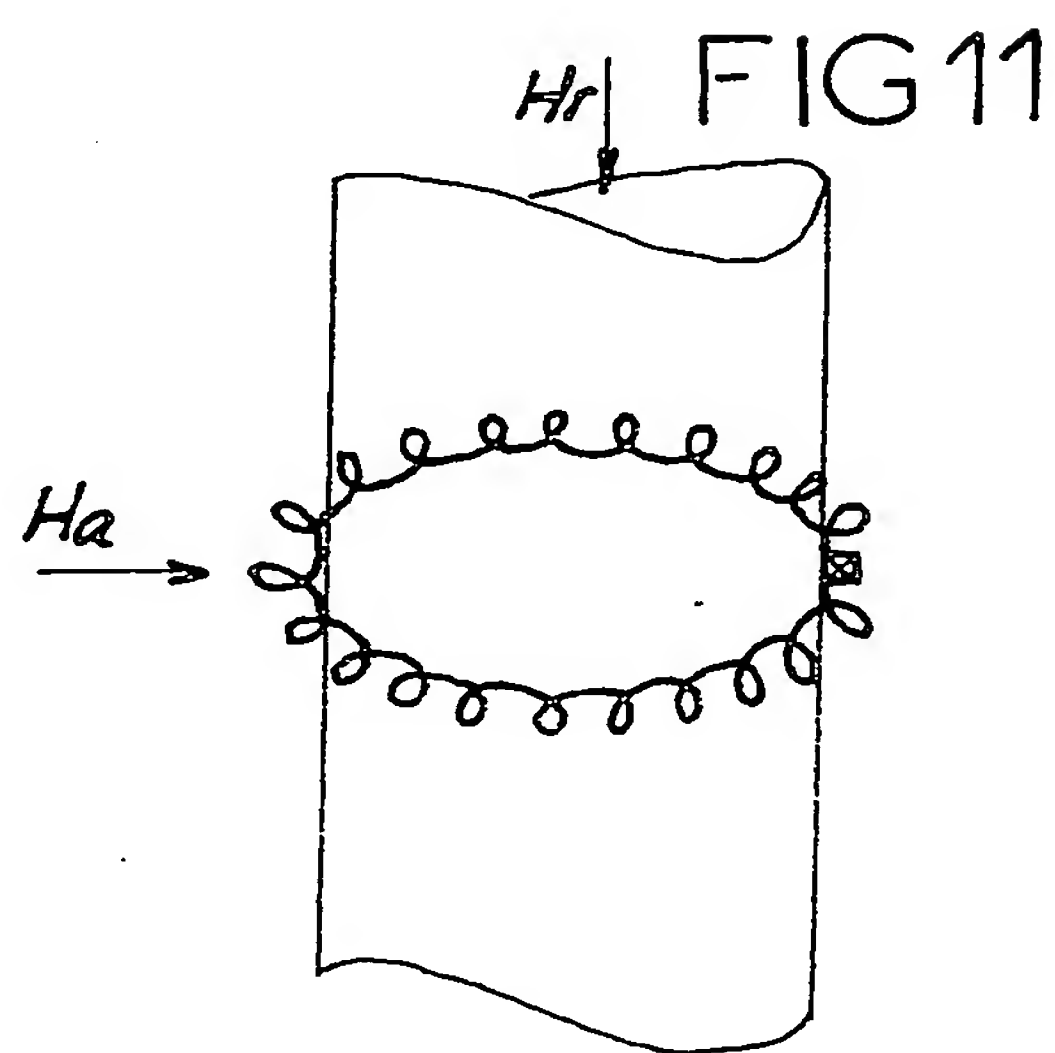
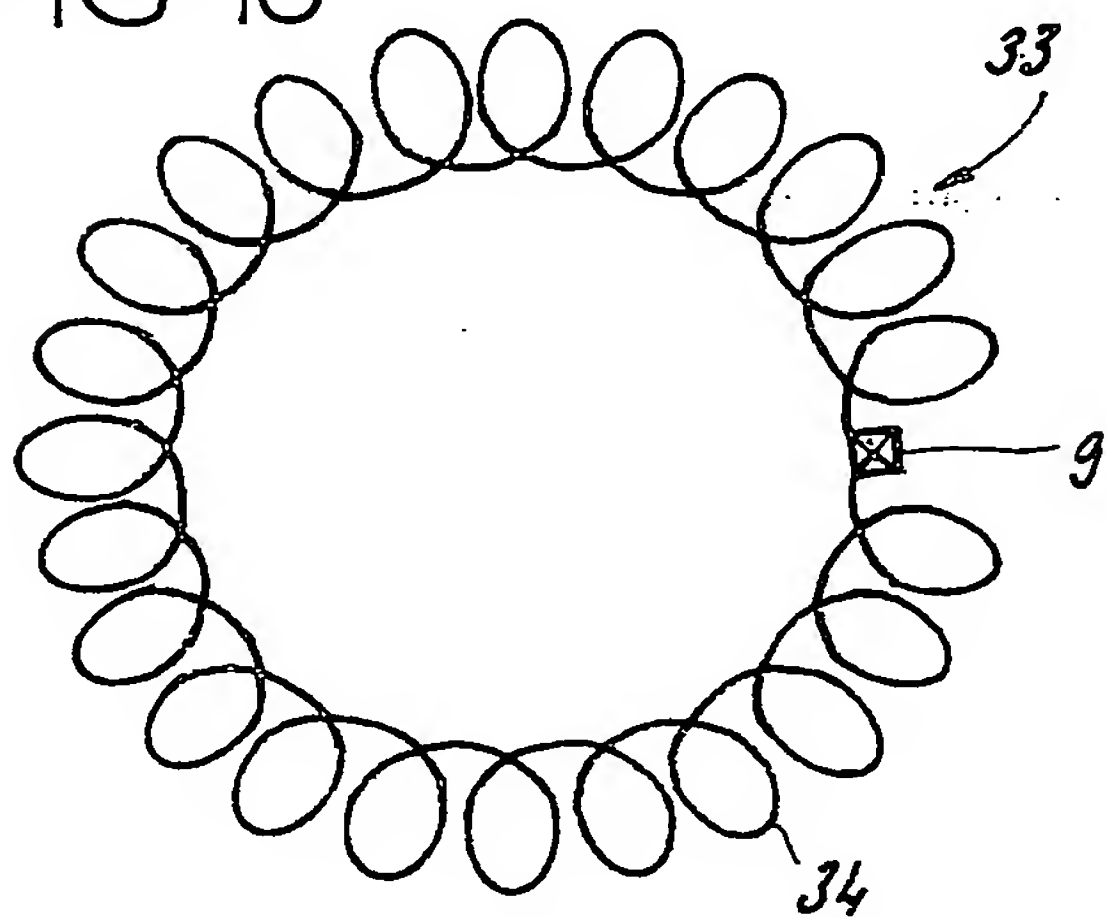


FIG 13

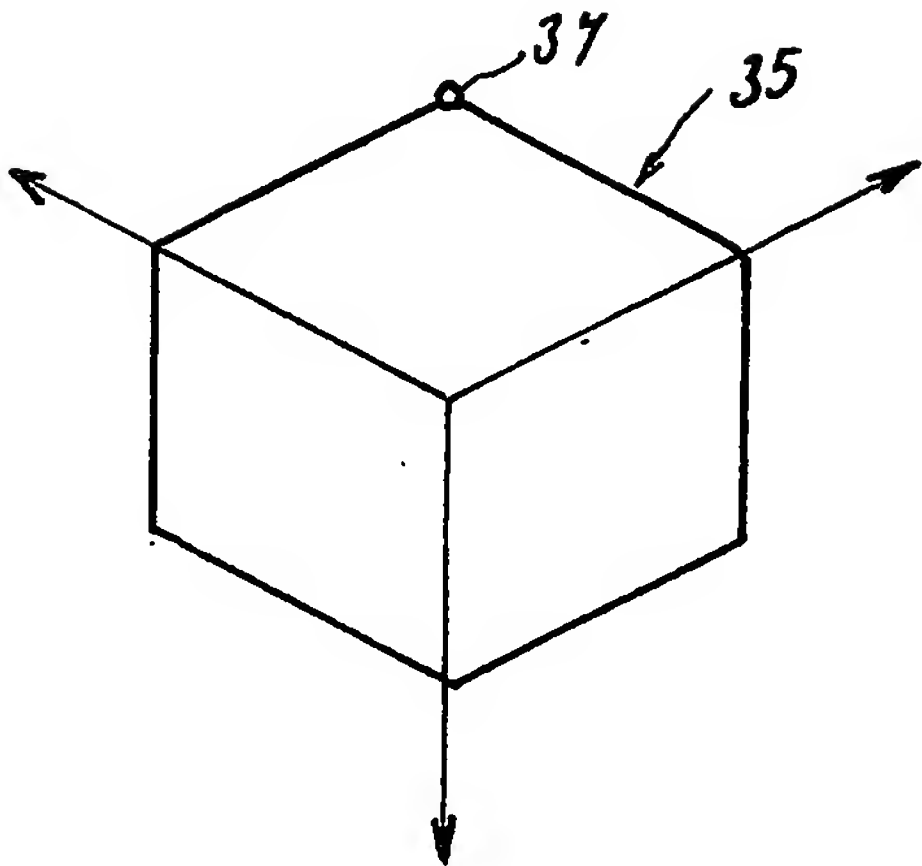


FIG 14

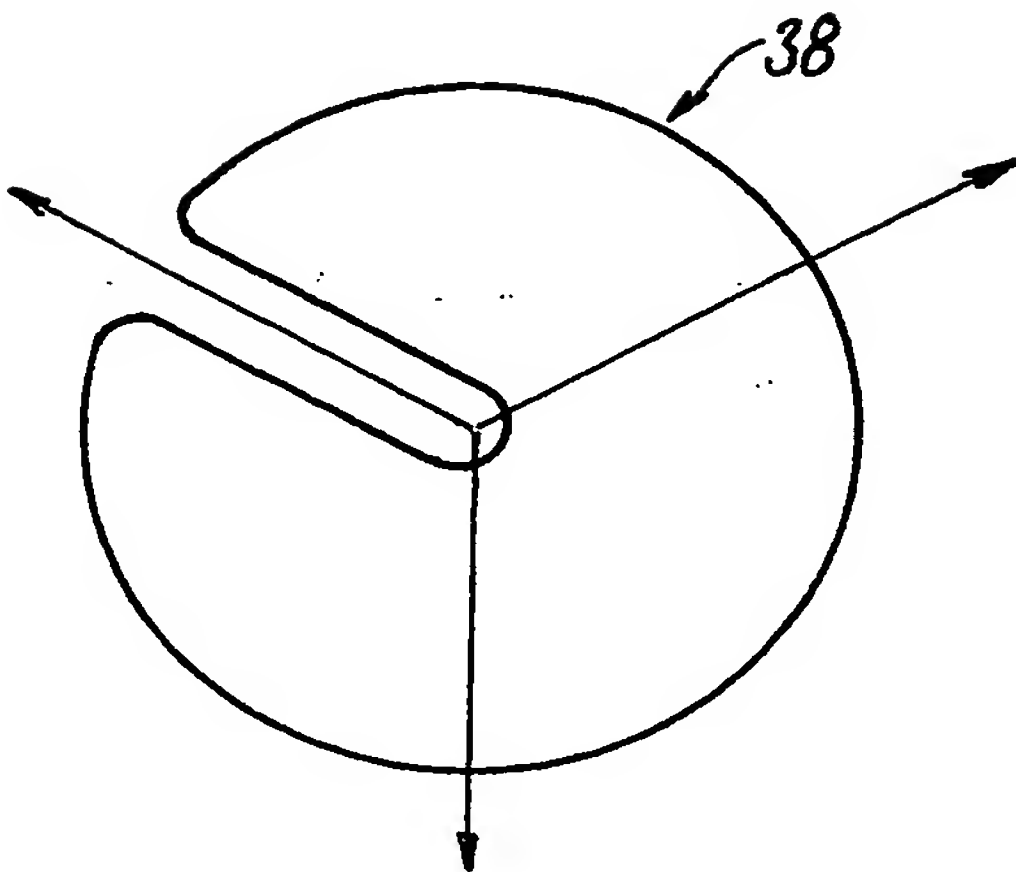


FIG 15

